

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10209030  
PUBLICATION DATE : 07-08-98

APPLICATION DATE : 20-01-97  
APPLICATION NUMBER : 09021025

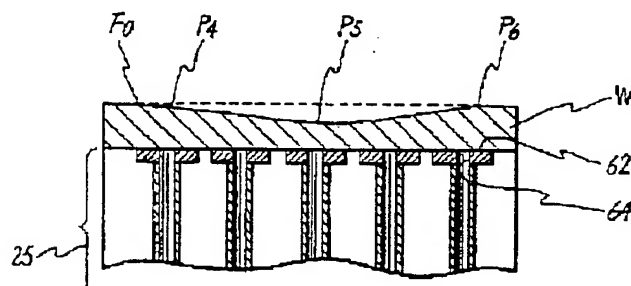
APPLICANT : NIKON CORP;

INVENTOR : MIYAI TSUNEO;

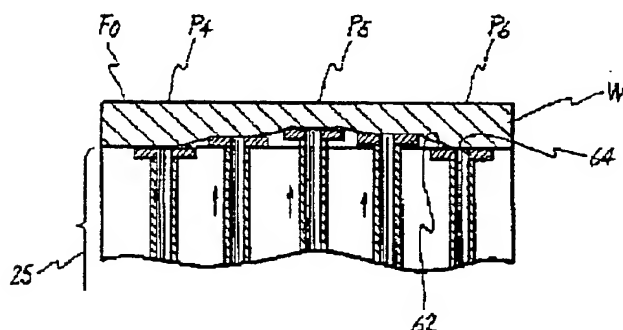
INT.CL. : H01L 21/027 G03F 7/207

TITLE : METHOD AND APPARATUS FOR  
PROJECTION EXPOSURE

(A)



(B)



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To always ensure a high-accuracy exposure, without influence of partial irregularity of exposing regions on a photosensitive substrate surface.

SOLUTION: Before exposure, a wafer W is moved in a two-dimensional plane, the positions at measuring points e.g. P4-P6 on the optical axis (Z) of the wafer surface are measured to see the irregularity, and the best imaging plane Fo of a projection optical system is measured. Face elements 62 of a wafer holder 25 for vacuum chucking the back side of the wafer W are driven by specified lengths along the optical axis to align the wafer surface with the best imaging plane Fo of the optical system, thus always ensuring a high-accuracy exposure.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-209030

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 2 6 A

G 0 3 F 7/207

G 0 3 F 7/207

H

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-21025

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月20日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 宮井 恒夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(74) 代理人 弁理士 立石 篤司 (外1名)

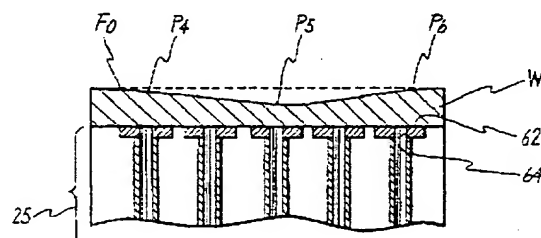
(54) 【発明の名称】 投影露光方法及び投影露光装置

(57) 【要約】

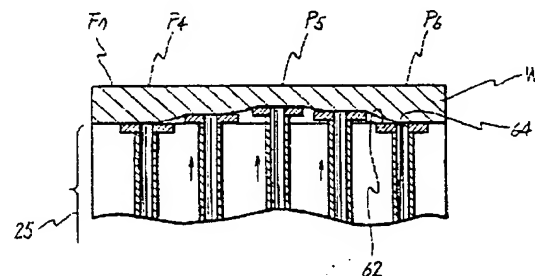
【課題】 感光基板表面の被露光領域の部分的な凹凸等に影響されことなく、常に高精度な露光が行えるようにする。

【解決手段】 露光前に、ウエハWを2次元面内で移動させ、複数の計測点(例えば、P4～P6)におけるウエハW表面の光軸(Z軸)方向位置を計測して凹凸を見るとともに、投影光学系の最良結像面F<sub>0</sub>を計測する。そして、ウエハWの裏面側を吸着固定するウエハホルダ25の複数の面要素62をそれぞれ光軸方向に所定量だけ駆動することにより、ウエハWの表面を投影光学系の最良結像面F<sub>0</sub>と一致させることができるため、常に高精度な露光を行うことができる。

(A)



(B)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して感光基板上に露光する投影露光方法であって、

露光に先立って、前記感光基板を2次元面内で移動しつつ、前記感光基板表面の前記投影光学系の光軸方向の位置の変化を光電検出することにより、前記感光基板表面の凹凸を計測する第1工程と；前記投影光学系の結像特性を測定する第2工程と；前記第1工程及び第2工程の結果に基づいて、前記感光基板上の被露光領域が前記投影光学系の最良結像面に一致するように前記感光基板表面の形状を設定する第3工程とを含む投影露光方法。

【請求項2】 マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して2次元方向に移動可能なステージ上に保持された感光基板上に露光する投影露光装置であって、前記ステージ上で感光基板を保持するとともに、その感光基板との接触面の形状が変更可能な基板保持機構と；前記感光基板表面の所定の計測点における前記投影光学系の光軸方向の位置を光電検出する検出手段と；前記投影光学系の投影視野内の任意の点における最良結像面位置を測定する結像特性測定手段と；前記検出手段及び結像特性測定手段の測定結果に基づいて、前記感光基板上の被露光領域が前記投影光学系の最良結像面に一致するように前記基板保持機構の基板との接触面の形状を変更する制御手段とを有する投影露光装置。

【請求項3】 前記基板保持機構は、前記ステージ上に設けられ、前記感光基板の保持部材を構成する多数の面要素と、前記各面要素を独立に前記投影光学系の光軸方向に駆動する多数の駆動機構とを有することを特徴とする請求項2に記載の投影露光装置。

【請求項4】 前記結像特性測定手段は、前記投影光学系の像面湾曲及び非点収差の内の少なくとも一方を計測することを特徴とする請求項2に記載の投影露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は投影露光方法及び投影露光装置に係り、更に詳しくは露光光によりパターンが形成されたマスクを照明し、該マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して感光基板上に露光する投影露光方法及びこの露光方法が適用される投影露光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】紫外線等の露光光を用いてマスクのパターンの像を投影光学系を介してステージ上の感光基板に露光する投影露光装置は、半導体素子の製造を始めとする種々の精密加工の分野で実用化されている。

【0003】これらの投影露光装置では、投影光学系の結像面の焦点深度の幅内に感光基板の現在の被露光領域（ショット領域）を設定する機構である合焦機構、即ちオートフォーカス機構が必要である。

【0004】そのような合焦機構は一般的には、①直接方式と②間接方式とに分類される。①の直接方式では、ステージ上に設けた基準面におけるマスクパターンの像の合焦点が露光光を用いて直接に検出される。具体的には、例えば特開平1-286418号公報に開示されているように、マスクパターン面に形成された特殊なマークの像がその基準面上に投影される。そして、その基準面に形成されたマークの投影像を投影光学系及びマークを介して観察し、マークにより絞られた投影像の光量のピークを検出することにより合焦点が判別される。

【0005】一方、②の間接方式においては、投影光学系に対するステージの高さを計測する計測手段を別途設け、上述の直接方式を用いて予め求めた合焦点にその計測手段の原点を合わせ、その計測手段を用いて感光基板の露光面の高さを検出して、間接的にその露光面を合焦点まで誘導するようにしている。例えば特開平1-41962号公報または特開昭60-168112号公報には、そのステージの高さの計測手段の例として、投影光学系の外側に固定された斜入射方式の光学系を用いてその投影光学系の直下の露光面の高さを計測する機構が開示されている。

【0006】また、合焦機構の特別な例としては、例えば特開昭57-212406号公報において、マスクのパターン面に形成した特殊なマークを直接感光基板の露光面に投影し、この投影像を投影光学系及びマークを介して検出することにより直接的に合焦点を判別する方式が開示されている。

【0007】従来の投影露光装置では、被露光パターンの線幅がそれほど微細でなかったため、投影光学系の焦点深度にある程度の余裕があることから、感光基板表面の反りや凹凸等による表面形状についてはあまり考慮する必要はなかった。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、集積回路は年々高集積化し、これに伴ってパターン線幅はますます微細化し、投影露光装置にあっても、近年益々高い加工精度が求められるようになってきた。このため、露光光の短波長化とともに投影光学系の開口数（N.A.）を大きくすることで投影露光装置の解像度を向上させることがなされてきたが、投影光学系の開口数（N.A.）を大きくすることは、一方では焦点深度が浅くなるという面を持っている。

【0009】例えば、最近の加工精度が特に高い半導体メモリデバイスの製造には、露光光として波長365nmのi線を使用する、焦点深度1μm以下の投影光学系を備えた投影露光装置が用いられている。この場合には、合焦点の位置決め精度として通常でも0.1μm以下の精度が要求され、例えば、特公昭62-50811号公報に開示されている露光光の干渉現象を利用した特殊な投影露光方式では、0.05μm以下の極めて高い

精度が求められている。

【0010】このように投影露光装置の投影光学系の焦点深度は、ますます浅くなり、前述したオートフォーカス機構によりウエハ等の感光基板上のショット領域の全面を当該ショット領域の光軸方向の平均平面に位置合わせするという従来の手法では、露光ショット内に部分的な凹凸等がある場合に、ショット領域の全面を投影光学系の焦点深度の幅内に収めることは、現時点では困難になりつつある。

【0011】また、投影光学系には、少なからず像面湾曲等が存在し、厳密に言えば、結像面は平面ではないことから、焦点深度が浅くなるに伴って、像面湾曲等の結像特性が、合焦精度に及ぼす影響も無視できなくなりつつある。

【0012】本発明は、かかる事情の下になされたもので、本願発明の目的は、感光基板表面の被露光領域の部分的な凹凸等に影響されることなく、常に高精度な露光を行なうことができる投影露光方法を提供することにある。

【0013】また、本願発明の目的は、感光基板表面の被露光領域の部分的な凹凸等に影響されることなく、常に高精度な露光を行なうことができる投影露光装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、マスク(R)に形成されたパターン(PA)の像を投影光学系(PL)を介して感光基板(W)上に露光する投影露光方法であって、露光に先立って、前記感光基板(W)を2次元面内で移動しつつ、前記感光基板(W)表面の前記投影光学系(PL)の光軸方向の位置の変化を光電検出することにより、前記感光基板(W)表面の凹凸を計測する第1工程と；前記投影光学系(PL)の結像特性を測定する第2工程と；前記第1工程及び第2工程の結果に基づいて、前記感光基板(W)上の被露光領域(SE)が前記投影光学系(PL)の最良結像面に一致するように前記感光基板(W)表面の形状を設定する第3工程とを含む。

【0015】これによれば、露光に先立って、第1工程において感光基板を2次元面内で移動しつつ、感光基板表面の投影光学系の光軸方向の位置の変化を光電検出することにより、感光基板表面の凹凸が計測され、第2工程において投影光学系の結像特性が測定される。ここで、第2工程における測定の対象である投影光学系の結像特性とは、感光基板上の被露光領域を投影光学系の最良結像面に一致させるのに用いられる結像特性を意味し、例えば投影光学系の視野内の光軸方向の最良結像点の2次元分布に関連する結像特性、例えば像面湾曲等を意味する。

【0016】そして、第3工程において感光基板表面の凹凸の計測結果と投影光学系の結像特性の測定結果とに

基づいて、感光基板の被露光領域(ショット領域)の表面形状が投影光学系の最良結像面に一致するように感光基板の表面形状が設定される。ここで、最良結像面に一致するとは、被露光領域の全面が投影光学系の焦点深度の幅内に含まれるようにすることをいい、感光基板の被露光領域の全面を合焦させることを意味する。

【0017】この感光基板上の被露光領域の全面を投影光学系の最良結像面に一致させた状態で露光が開始されると、マスクのパターン像が投影光学系を介してその全面が合焦状態にある感光基板上の被露光領域に投影露光される。従って、感光基板表面の部分的な凹凸等に影響されることなく、常に高精度な露光を行なうことが可能となる。

【0018】請求項2に記載の発明は、マスク(R)に形成されたパターン(PA)の像を投影光学系(PL)を介して2次元方向に移動可能なステージ(18)上に保持された感光基板(W)上に露光する投影露光装置であって、前記ステージ(18)上で感光基板(W)を保持するとともに、その感光基板(W)との接触面の形状が変更可能な基板保持機構(25)と；前記感光基板(W)表面の所定の計測点(P1～P9)における前記投影光学系(PL)の光軸(AX)方向の位置を光電検出する検出手段(40、42)と；前記投影光学系(PL)の投影視野内の任意の点における最良結像面(Fo)位置を測定する結像特性測定手段(30)と；前記検出手段(40、42)及び結像特性測定手段(30)の計測結果に基づいて、前記感光基板(W)上の被露光領域(SE)が前記投影光学系(PL)の最良結像面に一致するように前記基板保持機構(25)の感光基板(W)との接触面の形状を変更する制御手段(44)とを有する。

【0019】これによれば、露光に先立って、感光基板を保持するステージを2次元面内で移動しつつ、検出手段により感光基板表面の投影光学系の光軸方向の位置の変化が光電検出されて感光基板表面の凹凸が計測される。同様に、ステージを2次元面内で移動しつつ、結像特性測定手段により投影光学系の投影視野内の最良結像面位置の分布が測定される。そして、制御手段では検出手段及び結像特性測定手段の測定結果に基づいて、感光基板上の被露光領域(ショット領域)が投影光学系の最良結像面に一致するように、基板保持機構の基板との接触面の形状を変更する。ここで、最良結像面に一致するとは、請求項1に記載の発明の場合と同様に、被露光領域の全面が投影光学系の焦点深度の幅内に含まれるようにすることをいい、感光基板の被露光領域の全面を合焦させることを意味する。

【0020】この感光基板上の被露光領域の全面を投影光学系の最良結像面に一致させた状態で、露光が開始されると、マスクのパターン像が投影光学系を介してその全面が合焦状態にある感光基板上の被露光領域に投影露

光される。従って、感光基板表面の部分的な凹凸等に影響されることなく、常に高精度な露光を行なうことが可能となる。

【0021】この場合において、ステージ上で感光基板を保持するとともに、その感光基板との接触面の形状が変更可能な基板保持機構は、感光基板の被露光領域（ショット領域）を投影光学系の結像面に一致するように感光基板の表面形状を設定できるものであれば、如何なる構成のものでも良く、例えば、請求項に3記載の発明の如く、基板保持機構（25）は、ステージ（18）上に設けられ、感光基板（W）の保持部材を構成する多数の面要素（62）と、各面要素（62）を独立に投影光学系（PL）の光軸（AX）方向に駆動する多数の駆動機構（68）とを有する構成のものでも良い。このような構成の基板保持機構によれば、各面要素を駆動機構によって独立して駆動することにより、容易に感光基板表面の形状を所望の形状に変更（設定）することが可能である。

【0022】また、上記結像特性測定手段は、例えば請求項4に記載の発明の如く、投影光学系（PL）の像面湾曲及び非点収差の内の少なくとも一方を計測するものであっても良い。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図1ないし図10に基づいて説明する。

【0024】図1には、一実施形態に係る投影露光装置10の概略構成が示されている。この投影露光装置10は、いわゆるステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置である。

【0025】この投影露光装置10は、マスクとしてのレチクルRを照明する不図示の照明光学系と、レチクルRを保持するレチクルホルダ36と、レチクルRに形成されたパターンの像を感光基板としてのウエハW上に投影する投影光学系PLと、ウエハWを載置して移動するステージ装置14と、投影露光装置10全体を制御する主制御装置44とを有している。

【0026】不図示の照明光学系は、例えば水銀ランプ等の光源と、この光源から射出された露光光を集光する楕円鏡と、この集光された露光光をほぼ平行な光束に変換するインพุットレンズと、このインพุットレンズから出力された光束が入射して後側（レチクル側）焦点面に多数の二次光源を形成するフライアイレンズと、これら二次光源から射出された露光光を集光してレチクルRを均一な照度で照明するコンデンサーレンズ系等を含んで構成することができる。また、本実施形態では、照明光学系内には、2枚のL字型の可動ブレード45A、45Bを有する可変視野絞りとしての可動ブラインド（以下、この可動ブラインドを適宜「可動ブラインド45A、45B」と呼ぶ）が設けられており、この可動ブラインド45A、45Bの配置面はレチクルRのハターン

面と共役となっている。また、この可動ブラインド45A、45Bの近傍に、開口形状が固定された固定ブラインド46が配置されている。固定ブラインド46は、例えば4個のナイフエッジにより矩形的開口を囲んだ視野絞りであり、その矩形開口により投影光学系による露光可能領域が規定されている。

【0027】可動ブラインド45A、45Bは、可動ブラインド駆動機構43A、43BによってXZ平面内でX、Z軸方向に駆動され、これによって固定ブラインド46で規定されたレチクルR上の照明領域の一部がマスクングされ、照明領域が任意の形状（大きさを含む）の矩形形状に設定され、結果的にレチクルR上の照明領域と共役なウエハW上の露光領域SE（図7参照）も任意形状（大きさを含む）の矩形領域に設定される。すなわち、本実施形態では、可動ブラインド45A、45BによってウエハW上の露光領域SEが設定されるようになっている。駆動機構43A、43Bの動作が不図示のメインコンピュータからのブラインド設定情報（マスクング情報）に応じて主制御装置44によって制御される。

【0028】この不図示の照明光学系により照明されるレチクルRは、レチクルホルダ36に保持されている。

【0029】前記レチクルホルダ36は、その上面の4つのコーナー部分に真空吸着部34を有し、この真空吸着部34を介してレチクルRがレチクルホルダ36上に保持されている。このレチクルホルダ36は、レチクルR上の回路パターンが形成された領域であるパターン領域PAに対応した開口（図示省略）を有し、不図示の駆動機構によりX方向、Y方向、θ方向（Z軸回りの回転方向）に微動可能となっており、これによって、パターン領域PAの中心（レチクルセンタ）が投影光学系PLの光軸AXを通るようにレチクルRの位置決めが可能な構成となっている。

【0030】更に、本実施形態では、投影光学系PLによるパターンの投影領域内にウエハWが位置したとき、ウエハW表面のZ方向（光軸AX方向）の位置を検出するために、斜入射方式の第1の焦点検出系（40、42）が設けられている。この第1の焦点検出系は、光ファイバ束S1、集光レンズS2、スリット板S3、レンズS4、ミラーS5及び照射対物レンズS6から成る照射光学系40と、集光対物レンズS7、回転方向振動板S8、結像レンズS9、受光スリット板93及びシリコンフォトダイオード又はフォトランジスタ等のフォトセンサ90から成る受光光学系42とから構成されている。

【0031】ここで、この第1の焦点検出系（40、42）の構成各部の作用を説明すると、露光光ELとは異なるウエハW上のフォトレジストを感光させない波長の照明光が、図示しない照明光源から光ファイバ束S1を介して導かれている。光ファイバ束S1から射出された照明光は、集光レンズS2を経てスリット板S3を照明、

する。スリット板83のスリット(開口)を透過した照明光は、レンズ84、ミラー85及び照射対物レンズ86を介してウエハWを斜めに照射する。このとき、ウエハWの表面が最良結像面にあると、スリット板83のスリットの像がレンズ84、照射対物レンズ86によってウエハWの表面に結像される。また、対物レンズ86の光軸とウエハ表面との角度は5〜12度位に設定され、スリット板83のスリット像の中心は、投影光学系PLの光軸AXがウエハWと交差する点に位置する。

【0032】さて、ウエハWで反射したスリット像光束は、集光対物レンズ87、回転方向振動板88及び結像レンズ89を経てフォトセンサ90の手前側に配置された受光用スリット板93上に再結像される。回転方向振動板88は、受光用スリット板93にできるスリット像を、その長手方向と直交する方向に微小振動させるものである。ここで、結像レンズ89と受光用スリット板93との間に、受光用スリット板93上のスリットとウエハWからの反射スリット像の振動中心との相対関係を、スリット長手方向と直交する方向にシフトさせるための、プレーンパラレルを配置しても良い。

【0033】ここで、主制御装置44には発振器(OSC)が内蔵されており、このOSCからの駆動信号でドライブされる加振装置92により回転方向振動板88が振動される。

【0034】こうして、スリット像が受光用スリット板93上で振動すると、スリット板93のスリットを透過した光束はフォトセンサ90で受光される。そして、フォトセンサ90からの検出信号(光電変換信号)が信号処理装置91に供給される。この信号処理装置91には、同期検波回路(PSD)が内蔵されており、このPSDにはOSCからの駆動信号と同じ位相の交流信号が入力されている。そして、信号処理装置91では上記の交流信号の位相を基準として同期整流を行ない、その検波出力信号、すなわち焦点位置検出信号FSは主制御装置44に出力される。焦点位置検出信号FSは、いわゆるSカーブ信号と呼ばれ、受光用スリット板93のスリット中心とウエハWからの反射スリット像の振動中心とが一致したときに零レベルとなり、ウエハWがその状態から上方に変位しているときは正のレベル、ウエハWが下方に変位しているときは負のレベルになる。従って、焦点位置検出信号FSが零レベルになるウエハWの高さ位置(光軸方向位置)が合焦点として検出される。

【0035】ただし、このような斜入射方式では合焦点(信号FSが零レベル)となったウエハWの高さ位置が、いつでも最良結像面と必ず一致しているという保証はない。すなわち、焦点位置検出信号FSは、基準マーク板FM又はウエハWの投影光学系PLの光軸方向の位置を示す信号であり、間接方式で焦点位置を示す信号である。従って、その焦点位置検出信号FSを使用して合焦点を検出するには、予め直接方式で基準マーク板FM

又はウエハWの投影光学系PLに対する合焦状態を調べておき、真の合焦点又は後述のようにその近傍の位置での焦点位置検出信号FSのレベルが予め定められたレベル(これを「擬似的な合焦レベル」という)になるようにオフセットの調整(第1の焦点検出系(40、42)のキャリブレーション)を行い、以後は信号FSがその擬似的な合焦レベルになるように基板テーブル18のZ軸方向の動きを制御すればよい。その擬似的な合焦レベルとしては、例えば0が使用される。

【0036】このような場合、合焦点等でその焦点位置検出信号FSのレベルに所定のオフセットを設定して第1の焦点検出系(40、42)のキャリブレーションを行うには、光学的及び電気的な手法があるが、光学的に設定するには、要は基準マーク板FM等がZ軸方向の所定の位置に在る状態でフォトセンサ90の受光面での光量の分布を、所定の位置に変化させてやれば良い。例えば、前述したように、フォトセンサ90の前面にプレーンパラレルを配置してこのプレーンパラレルの角度を変えると、フォトセンサ90の受光面での光量の分布が変化するので、これによりキャリブレーションを行うことができる。また、信号FSの値がその合焦レベルになるように電氣的にオフセットを加えるようにしてもよい。

【0037】このように、焦点位置検出信号FSは間接方式で合焦点を示す信号であるため、露光光吸収等で投影光学系PLの結像面(焦点)の位置が変化した場合には、信号FSが擬似的な合焦レベルになる合焦点と実際の合焦点との間にずれが生じているおそれがある。そこで、本実施形態では、キャリブレーション信号KSを用いてその焦点位置検出信号FSのオフセット設定(第1の焦点検出系(40、42)のキャリブレーション)を行う。このため、本実施形態では、投影光学系PLの最良結像面を検出してキャリブレーション信号KSを主制御装置44に出力する第2の焦点検出系30が設けられている。

【0038】次に、この投影光学系PLの最良結像面を検出する結像特性測定手段としての第2の焦点検出系30について、図2に基づいて説明する。

【0039】図2には、本実施形態に係る投影露光装置10を構成する投影光学系PLのベストフォーカス面を検出するTTL方式による第2の焦点検出系30の構成が示されている。

【0040】この第2の焦点検出系30は、後述の基板テーブル18上にウエハWの表面とほぼ等しい高さ位置で固定された基準マーク板FM(より正確には、この上の基準パターン)と、基準マーク板FMの下方(基板テーブル18の内部)に設けられたミラーM1、照明用対物レンズ50及び光ファイバ51と、この光ファイバ51の入射端側に設けられたビームスプリッタ52、レンズ系53、54及び光電センサ55とを含んで構成されている。

【0041】図2において、絞り面（瞳面）EPを挟んで前群、後群に分けて模式的に表わした投影光学系PLの光軸ANはレチクルRの中心、すなわちパターン領域PAの中心を、レチクルパターン面に対して垂直に通る。

【0042】前記基準マーク板FMの上面には、図3に示されるように、一定ピッチのライン・スペースよりなる振幅型の回折格子マーク28A並びにこの回折格子マーク28Aを反時計方向にそれぞれ45°、90°及び135°回転させて得られる格子よりなる回折格子マーク28B、28C及び28Dが形成されている。これら4種類の回折格子マーク28A～28Dにより基準パターン28が構成される。このように種々の方向の回折格子マークを形成するのは、レチクルR上のパターンの影響を除くため、及び投影光学系PLのイメージフィールド内の任意の点におけるサジタル（S）方向及びメリディオナル（M）方向の焦点位置（非点収差）を計測可能とするためである。基準マーク板FMの回折格子マーク形成面とウエハWの露光面とは投影光学系PLの光軸方向に同じ高さになるようにしておく。なお、基準マーク板FM上に形成するパターンは、位相型の回折格子マークであってもよい。

【0043】さて、図2において、露光用照明光ELがレンズ系53及び光ファイバ51の入射端側に配置されたビームスプリッタ52を介して、光ファイバ51に導入される。この照明光は、光ファイバ51の射出端から射出され対物レンズ50によって集光されて、ミラーM1を介して基準マーク板FMの回折格子マーク28A～28Dとともに裏側から照射する。ここで、照明光ELはレチクルR照明用の光源（水銀ランプ、エキシマレーザ等）から得るのが望ましいが、別に専用の光源を用意しても良い。ただし、別光源にするとときは、露光用照明光と同一波長、又はそれに極めて近似した波長の照明光にする必要がある。

【0044】また、対物レンズ50による基準マーク板FMの照明条件は、パターン投影時の投影光学系PLでの照明条件と極力合わせる。すなわち、投影光学系PLの像側の照明光の開口数（N.A.）と対物レンズ50から基準マーク板FMへの照明光の開口数（N.A.）とをほぼ一致させることが望ましい。

【0045】照明光ELにより照射された基準マーク板FM上の回折格子マーク28A～28Dからは投影光学系PLへ送進する像光束が発生する。図2において、基板テーブル18は投影光学系PLの最良結像面（レチクル共役面）F<sub>o</sub>から僅かに下方に基準マーク板FMが位置するようにセットされているものとする。このとき基準マーク板FM上の一点から発生した像光束L1は投影光学系PLの瞳面EPの中心を通り、レチクルRのパターン面からわずかに下方へずれた面F<sub>r</sub>内で集光した後、発散し、レチクルRのパターン面で反射してから元の光

路に戻る。ここで、面F<sub>r</sub>は、投影光学系PLに関して基準マーク板FMと共役な位置にある。投影光学系PLが両側テレセントリック系であると、基準マーク板FM上の回折格子マーク（発光マーク）28A～28Dからの像光束は、レチクルRの下面（パターン面）で正規反射して再び回折格子マーク（発光マーク）28A～28Dと重畳するように戻ってくる。但し、図2のように基準マーク板FMが結像面F<sub>o</sub>からずれていると、基準マーク板FM上には各マーク28A～28Dのぼけた反射像が形成され、基準マーク板FMが結像面F<sub>o</sub>と一致しているときは、面F<sub>r</sub>もレチクルRのパターン面と一致することになり、基準マーク板FM上には各マーク28A～28Dのシャープな反射像がそれぞれのマークに重畳して形成されることになる。両側テレセントリックな投影光学系PLでは、レチクルRのパターン面からの反射像は自身の源である発光マーク28A～28D上に投射される。そして基準マーク板FMがデフォーカスしていると、反射像は、マーク28A～28Dの形状寸法よりも大きくなり、かつ単位面積あたりの照度も低下する。

【0046】そこで、基準マーク板FM上にできる反射像のうち、元のマーク28A～28Dで遮光されなかった像部分の光束をミラーM1、対物レンズ50を介して光ファイバ51で受光し、ビームスプリッタ52、レンズ系54を介して光電センサ55で受光するようにする。光電センサ55の受光面は投影光学系PLの瞳面（フーリエ変換面）EPとほぼ共役位置に配置される。

【0047】図2の構成においては、基板テーブル18を上下方向（Z方向）に移動させるだけでコントラスト信号を得ることができる。

【0048】図4には、光電センサ55の出力信号、すなわちキャリブレーション信号KSの信号レベル特性が示されている。この図4において、横軸は基板テーブル18のZ軸方向の位置、すなわち基準マーク板FMの光軸AN方向の高さ位置を表わす。ここで、図4（A）は発光マーク28A～28DがレチクルRのパターン面内のクロム部分に逆投影されたときの信号レベルを示し、図4（B）はパターン面内のガラス部分（透明部分）に逆投影されたときの信号レベルを示す。通常、レチクルのクロム部分は0.3～0.5μm程度の厚みでガラス（石英）板に蒸着されており、クロム部分の反射率は当然のことながらガラス部分の反射率よりは格段に大きい。しかしながら、ガラス部分での反射率は完全に零ということはないので、図4（B）のようにレベルとしてはかなり小さくなるが、検出は可能である。また一般に実デバイス製造用のレチクルは、パターン密度が高いために、発光マーク28A～28Dの全ての逆投影像がレチクルパターン中のガラス部分（透明部分）に同時にかかる確率は極めて少ないと考えられる。

【0049】いずれの場合にしろ、基準マーク板FMの



表面が最良結像面F<sub>0</sub>を横切るように光軸方向に移動されると、Z方向の位置Z<sub>0</sub>で信号レベルが極大値となる。従って、基板テーブル18のZ軸方向位置と出力信号KSとを同時に計測し、信号レベルが極大となったときのZ軸方向位置を検出することで、最良結像面F<sub>0</sub>の位置が求まり、しかもこの検出方式ではレチクルR内の任意の位置で結像面F<sub>0</sub>の検出が可能となる。すなわち、レチクルRが投影光学系PLの物体側にセットされてさえいれば、いつでも投影視野(イメージフィールド)内の任意の位置で絶対フォーカス位置(最良結像面F<sub>0</sub>)が計測できる。また先に述べたようにレチクルRのクロム層は0.3~0.5μm厚であり、この厚みによって生じる最良結像面F<sub>0</sub>の検出誤差は、投影光学系PLの投影倍率を例えば1/5縮小とすると、(0.3~0.5)×(1/5)=0.012~0.02μmとなり、これはほとんど無視できる値である。

【0050】図1に戻って、ステージ装置14は、ベース11と、このベース11上を図1におけるY軸方向(紙面左右方向)に往復移動可能なYステージ16と、このYステージ16上をY軸方向と直交するX軸方向(紙面直交方向)に往復移動可能なXステージ12と、このXステージ12上に設けられた基板テーブル18とを有している。また、この基板テーブル18上には、基板保持機構としてのウエハホルダ25が載置され、このウエハホルダ25によりウエハWが真空吸着されて保持されている。なお、ステージ装置14は、不図示のZステージにより投影光学系PLの光軸AX方向に沿って移動することもできる。

【0051】図7にはウエハWが載置された状態のウエハホルダ25の平面図が示されており、図8には図7に示されるウエハW上の被露光領域(ショット領域)SE部分に対応するウエハホルダ25の拡大平面図が示されている。この図8に示されるように、ウエハホルダ25は、マトリックス状に配列された多数の面要素62を有している。なお、ここでは、各面要素62の形状を円形としたが、面要素の形状は円形に限らず、例えば、三角形、四角形、その他の多角形状であっても良い。

【0052】図9(A)には図8のA-A線概略断面図が示されている。この図9(A)に示されるように、ウエハホルダ25を構成する各面要素62の中心には、吸着孔64が形成されており、この吸着孔64を介してウエハW裏面がそれぞれの面要素62によって吸着保持されている。

【0053】図10(A)には、一つの面要素62及びこの近傍部分が一部破断して示されており、図10(B)には、同図(A)に示される面要素62を上方から見た平面図が示されている。図10(A)に示されるように、面要素62のウエハ保持面(同図(A)における上面)と反対側の面には、支持軸66の一端が接続され、この支持軸66の他端は該支持軸66を図10

(A)における上下方向(Z軸方向)に駆動する駆動機構68の一端に接続されている。駆動機構68は、例えば圧電素子であるピエゾ素子で構成され、この駆動機構68への電圧の印加量に応じて支持軸66を介して面要素62のZ軸方向の変位量を5~100μm程度の精度で調整可能な構成となっている。なお、駆動機構68は、必ずしもピエゾ素子によって構成する必要はなく、上記の5~100μm程度の精度を達成できるアクチュエータであれば、超音波リニアモータ等他のアクチュエータを採用しても良い。

【0054】また、吸着孔64にはバキューム配管70の一端が接続され、このバキューム配管70の他端は図示しない真空ポンプ等に接続されており、この真空ポンプの作動によって吸着孔64を介してウエハWの裏面側が面要素62に吸着されるようになっている。

【0055】各面要素62は、図9(B)に示されるように、ウエハWの裏面側に吸着した状態でそれぞれの駆動機構68により投影光学系PLの光軸AX方向(Z軸方向)に独立して駆動され、ウエハWの裏面側を変形させて、ウエハWの表面形状を所望の形状に設定する。図9(B)には、投影光学系PLの最良結像面F<sub>0</sub>が平面である場合に、この最良結像面F<sub>0</sub>にウエハWのショット領域SEが一致するように、面要素62を駆動した状態が示されている。

【0056】各面要素62をZ軸方向に駆動する駆動機構68は、図1に示される主制御装置44によりそれぞれ独立して制御されるようになっている。

【0057】次に、図5を参照して、本実施形態に係る投影露光装置10で焦点位置検出信号FSのキャリブレーションを行う場合の全体の動作の一例を説明する。この場合、前回のキャリブレーション等により、基板テーブル18のZ軸座標がZBの位置が合焦点として設定されているものとする。

【0058】まず、図5のステップ101において、主制御装置44は、駆動装置21を介してXステージ12、Yステージ16を動作させることにより、基準マーク板FMを投影光学系PLのイメージフィールド内の所望の計測点に移動させる。次のステップ102において、主制御装置44は、駆動装置21を介して基板テーブルのZ軸座標を現在の合焦点であるZBからΔZだけ下方に移動させる。間隔ΔZは、投影光学系PLの結像面のZ軸方向の変動の予想される最大の絶対値をZMAXとすると、ΔZ>ZMAXとなるように選ばれている。

【0059】そして、主制御装置44は、ステップ103において、駆動装置21及び不図示のZ-θ駆動機構を介して基板テーブル18のZ軸座標を(ZB-ΔZ)から上方にほぼ一定速度で走査させる。この走査が開始されると、ステップ104において、主制御装置44は、所定のサンプリングパルスに同期して、キャリブレーション信号KS及び焦点位置検出信号FSを並行して



取り込んでそれぞれ内部メモリに書き込む。そして、ステップ105において、主制御装置44では基板テーブルのZ軸座標が $(ZB + \Delta Z)$ に達したか否かを調べ、Z軸座標が $(ZB + \Delta Z)$ に達していない場合には、ステップ103に戻ってZ軸方向への走査を続ける。また、ステップ105でZ軸座標が $(ZB + \Delta Z)$ に達した場合には、ステップ106に移行する。

【0060】上記ステップ102～ステップ105において、例えば、主制御装置44の内部メモリ内の第1記憶領域内の一連のアドレス領域には、図6(A)中に実線の曲線38で示されるようなキャリブレーション信号KSが記憶され、内部メモリ内の第2記憶領域内の一連のアドレス領域には図6(B)に示されるような0を中心としてS字状に変化する焦点位置検出信号FSが記憶される。図6(A)及び(B)の横軸はアドレスであるが、本実施形態のサンプリングパルスは一定時間間隔毎にハイレベル“1”となるパルス列であるため、そのアドレスは時間 $t$ とみなすことができる。更に、基板テーブル18はほぼ等速度で上昇しているため、時間 $t$ （又はアドレスの値）に1次変換を施すことにより基板テーブル18のZ軸座標の近似値を求めることができる。

【0061】図5に戻り、ステップ106において、主制御装置44では、キャリブレーション信号KSから求めた真の合焦点又はこの近傍の位置のZ軸座標と焦点位置検出信号FSから求められる擬似的な合焦点のZ軸座標との偏差量 $\delta Z$ を算出する。

【0062】例えば、図6の例では、キャリブレーション信号KSが最大になるときのアドレスが真の合焦点ZCに対応するアドレスであり、焦点位置検出信号FSがSカーブ特性の中で0になるときのアドレスが前回のキャリブレーションで設定した合焦点ZBに対応するアドレスである。なお、基準マーク板FMに形成されている格子マークが位相格子であるときには、信号KSは図6(A)中の一点鎖線の曲線39で示されるように真の合焦点ZCで値が最小になる。従って、何れの場合でもその信号KSの凸又は凹のピークのアドレスから信号FSのゼロクロス点のアドレスを差し引いて得られる偏差アドレス量に所定の1次演算を施すことによりZ軸座標上の偏差量 $\delta Z$ が求められる。

【0063】この場合、図5中のステップ107に示されるように、ステップ102～106までの動作を $n$ 回（ $n$ は2以上の整数）繰り返すことで偏差量の計測精度を上げることができる。更に、ステップ108に示されるように、1個の偏差量を算出する度に、駆動装置21を介してXステージ12、Yステージ16及び不図示のZ・ $\theta$ 駆動機構を動作させて、基準マーク板FMの投影光学系PLの光軸に垂直な面内での位置を微小量だけ変位させる。これにより基準マーク板FMの回折格子マーク28A～28Dの像が投影されるレチクルRのパターン領域PAでの位置も微小量だけ変位するので、そのハ

ターン領域PAのパターンの影響が除去され、計測精度の低下が防止される。

【0064】なお、ステップ107で計測が $n$ 回行われていないと判断された場合に直ちにステップ102に戻るようなシーケンスとしても良いことは勿論である。

【0065】その後、ステップ109において、主制御装置44では真の合焦点又はこの近傍の位置のZ軸座標と焦点位置検出信号FSから求められる擬似的な合焦点のZ軸座標との偏差量 $\delta Z$ を平均化して得られた偏差量 $\langle \delta Z \rangle$ を内部メモリに格納する。これ以後、主制御装置44は前回のキャリブレーションにより設定されたZ軸座標の値ZBに $\langle \delta Z \rangle$ を加算して得た値 $(ZB + \langle \delta Z \rangle)$ を合焦点とみなして、この合焦点での焦点位置検出信号FSが所定の擬似的な合焦レベルになるようにオフセットの調整を行う。

【0066】ところで、本実施形態に係る第2の焦点検出系30によると、レチクルRが投影光学系PLの物体側にセットされてさえいれば、いつでもイメージフィールド内の任意の位置で絶対フォーカス位置（最良結像面F<sub>o</sub>）が計測できることは前述した通りであり、従ってこの第2の焦点検出系30と第1の焦点検出系（40、42）とを用いて、各計測点毎に上記ステップ102～106の処理を行なうことにより、投影光学系PLの像面湾曲を計測できることは、特に説明を要しないであろう。

【0067】そこで、本実施形態では、基板テーブル18をXY2次元面内で移動させながら、第1の焦点検出系（40、42）と第2の焦点検出系30とを用いて計測された投影光学系PLの像面湾曲データが基板テーブル18のXY座標位置と対応付けて記憶されているメモリ96が、主制御装置44に併設されている。このメモリ96内に記憶されているデータの具体的利用法については、後に詳述する。

【0068】次に、上述のようにして構成された本実施形態に係る投影露光装置10における、投影光学系PLによる露光可能領域の全域を露光領域SEとして露光を行なう際の動作について説明する。

【0069】この露光動作の場合、前提として不図示のレチクル顕微鏡によるレチクルアライメントは終了しており、また、メモリ96には、前述した投影光学系の像面湾曲の計測データが記憶されているものとする。

【0070】まず、主制御装置44内のCPUではショットサイズ、全ショット数N、ショット配列、プロセス対応の為のパラメータ等の入力完了を待つ。

【0071】この待ち状態で、オペレータがキーボードを操作してショットサイズ、全ショット数N、ショット配列、プロセス対応の為のパラメータ等を入力した後、パラメータの入力が終了した旨のコマンドを入力すると、主制御装置44では、ショット領域毎にウエハWの表面形状を投影光学系PLの最良結像面と一致させるた

め、面要素62とウエハW上の露光領域SEとの相対的な位置関係を計算によって求める。

【0072】この計算は、ショットサイズと、ショット配列（各ショットのウエハW上の配置のデータ）と、予めメモリ内に記憶されている面要素62の配置データとに基づいて行われる。すなわち、ウエハWは、ウエハホルダ25に対してある程度の精度で位置決め（アライメント）することができるので、ショットサイズとショット配列を指定するだけで、容易に面要素62と各露光領域間の位置関係を計算することができ、これらの位置関係に応じて各露光領域SEの制御に用いられる面要素62を求めることができる。

【0073】このようにして、各露光領域SEと駆動すべき面要素62との対応関係を予め明確にしておくことにより、後に詳述する各露光領域SE内の凹凸を調整するために必要な面要素62の上下駆動補正量を算出する際に用いることができる。ここでは、面要素62とウエハW上の露光領域SEとの相対的な位置関係が、図8に示されるような位置関係にあるものとして説明する。

【0074】次に、主制御装置44では、基準マーク板FMを投影光学系PLの下に位置するように、駆動装置21を介してYステージ16及びXステージ12の一方又は両方を駆動して基板テーブル18を移動させ、このときのレーザ干渉計31の出力を不図示の内部メモリに記憶する。また、主制御装置44では、基準マーク板FMが不図示のアライメントセンサの下に位置するように、駆動装置21を介してYステージ16及びXステージ12の一方又は両方を駆動して基板テーブル18を移動し、このときのアライメントセンサの出力とレーザ干渉計31の出力とを不図示の内部メモリに記憶する。すなわち、このようにしてベースライン計測を行う。なお、ベースライン計測のシーケンスは、本実施形態においても従来の投影露光装置と同様であるので、その詳細な説明は省略する。

【0075】続いて、主制御装置44では、ウエハW上のアライメント用マークが不図示のアライメントセンサの下に位置するように駆動装置21を介して基板テーブル18を移動させ、アライメントセンサの出力とレーザ干渉計31の出力とに基づいてアライメントマーク位置を検出する。このようにして、所定のサンプルショットに付設されたアライメントマーク位置の計測値と、ショット配列の設計値とに基づいて、最小自乗法を用いた統計演算によりウエハ上の全ショット配列座標を求め、これに基づいて各ショット領域を露光位置に位置決めする、いわゆるエンハンスド・グローバル・アライメント（以下、「EGA」という）演算を行う。なお、このEGA演算については、上記特開昭61-44429号等に詳細に開示されているので、ここでは詳細な説明を省略する。

【0076】このようなEGAの演算結果を用いること

により、各ショット領域（例えば、1ショット1チップ取りの場合は各半導体チップに相当）を投影光学系PLの下に正確に順次位置決めされるように基板テーブル18を位置制御することができる。

【0077】そこで、まず、上記EGA演算に基づいて各露光領域SEを投影光学系PLの下に位置決めするとともに、各露光領域SE内におけるウエハW表面の各計測点（例えば、図8中に示されるP1～P9）を順次投影光学系PLの光軸中心位置に順次移動させて、斜入射方式の第1の焦点検出系（照明光学系40、受光光学系42）により各計測点のZ方向位置を計測し、そのZ方向位置を各計測点に対応させてメモリに記憶させる。ここでは、ウエハW表面の計測点を1つの露光領域SEに対して9点としたが、これに限定されず、例えば9点よりも少ない5点計測としてスループットを向上させたり、あるいは、面要素62の位置に対応した位置で計測する25点計測とすることによって、ウエハWの表面形状をより正確に捉えるようにしてもよい。このように、計測点の取り方は、当該投影露光装置における要求解像度やスループット等の兼ね合いで適宜決定すればよい。

【0078】上述のようにして、メモリに記憶された投影光学系PLの最良結像面F<sub>0</sub>（第2の焦点検出系30により得られる）と、ウエハW表面の各計測点のZ方向位置（第1の焦点検出系により得られる）とに基づいて、主制御装置44は各面要素62位置におけるウエハW表面から最良結像面F<sub>0</sub>までのZ軸方向の位置ずれ量（焦点ずれ量）が演算されて、メモリに記憶される。このメモリに記憶された各面要素62位置でのZ軸方向の位置ずれ量（焦点ずれ量）は、後述する面要素62の駆動量（補正量）となる。なお、図8の場合であれば、各計測点（P1～P9）と位置が一致している面要素62については、最良結像面（F<sub>0</sub>）からウエハW表面までのZ軸方向の位置ずれ量がそのまま面要素62の駆動量となるが、計測点に対応していない面要素62の駆動量については、周辺部の測定点における位置ずれ量に基づいて計算によって求めることができる。

【0079】次に、各面要素62を駆動機構68によって駆動する場合について説明する。

【0080】上記したウエハ表面の形状を計測する際は、図9（A）に示されるように、全ての面要素62が同一平面上に配列されるように、全ての面要素62の駆動機構に対して同一電圧を印加することによって面要素62がイニシャライズされる。そして、露光処理する露光領域SEが決まり、当該露光領域SEに対応する面要素62が決まると、主制御装置44はメモリに記憶された該当する面要素62の駆動量（補正量）を読み出して、それぞれの駆動機構68を個別に駆動する。これにより、各面要素62はZ軸方向の所定位置まで移動して停止する。すなわち、露光領域SE内において図9（A）に示されるウエハホルダ25上に載置されている

ウエハW表面の凹凸が、図9(B)に示されるように、ウエハWを保持するウエハホルダ25の面要素62が駆動されることにより、投影光学系PLの最良結像面F<sub>0</sub>にウエハWの表面を一致させることができる。このため、解像度の高い高精度な露光を行うことが可能となる。なお、図9(B)の場合は、投影光学系PLの最良結像面F<sub>0</sub>が平坦な面であり、これと一致するようにウエハW表面を平坦に補正するようにしたが、最良結像面F<sub>0</sub>が湾曲している場合は、この湾曲面に合わせてウエハW表面が補正されることになる。

【0081】このようにして、ウエハW上の各露光領域SE(ショット領域)毎にウエハW表面のZ軸方向位置の補正を行いながら、ステップ・アンド・リピート方式でウエハW上の各ショット領域へ順次重ね合わせ露光が行われる。

【0082】以上説明したように、本実施形態の投影露光装置10によると、ウエハW表面の各計測点P1～P9におけるZ軸方向位置と、投影光学系PLの最良結像面F<sub>0</sub>との位置ずれ量に基づいて、ウエハホルダ25を構成する面要素62の位置における位置ずれ量を予め計算で求めて、これを補正量とする。そして、当該露光領域SEを露光処理する場合は、各面要素62を補正量に応じて駆動機構68を駆動することにより、各面要素62がウエハWの裏面側に吸着した状態でZ軸方向に動き、ウエハWの表面形状が投影光学系PLの最良結像面F<sub>0</sub>と一致するように変形することができる。

【0083】従って、本実施形態の投影露光装置10によると、露光領域SE毎に露光処理をする際に、高解像度が要求されて焦点深度が狭くなったとしても、常にその焦点深度の範囲内に露光領域内のウエハW全面が入るため、高精度な露光処理を行うことができる。

【0084】なお、上記実施形態では、ウエハW上の一点でその表面のZ軸方向位置を検出する光電式の第1の焦点検出系を用いる場合を例示したが、これに代えてウエハW上の複数点に光を照射し、その複数の計測点のウエハ表面のZ光軸方向の位置を同時に検出する多点フォーカス位置検出系を用いても良く、このようにすればウエハWのZ光軸方向の位置計測をより短時間でこなうことが可能になる。

【0085】また、上記実施形態では、説明を簡単にするためにZ軸方向にのみ移動するZステージ18上にウエハホルダ25が設けられている場合について説明したが、Zステージ18に代えてZ軸方向の移動と共にZ軸方向に対する傾斜が可能なZレベリングステージを設け、このZレベリングステージ上にウエハホルダ25を設けるようにしても良い。

【0086】さらに、上記実施形態では、図8に示されるように、露光領域SEに対して面要素62の配置や数、あるいは配列状態を特定して説明したが、もちろんこの例に限定されるものではなく、面要素62の大き

さ、数、配列を変えても良く、さらに露光領域SE自体の大きさや形状についても、可動ブラインド45等を用いて任意に設定することができる。この場合における、各面要素62の補正量については、既知のデータに基づいて適宜計算によって算出することができる。

【0087】また、上記実施形態では、面要素62と露光領域SEの関係を図8のような場合として説明したが、図1に示される可動ブラインド45A、45Bを駆動させて1つの露光領域SEの大きさを変えたり(ショットサイズの変更)、隣接する露光領域SEの配置を変えること(ショット配列の変更)により、位置関係が適宜変更される。このような場合、ウエハW表面の各計測点と面要素62とが必ずしも一致する保証が無いため、主制御装置44は、各計測点におけるウエハW表面と最良結像面F<sub>0</sub>とのZ軸方向の位置ずれ量と、その計測点と面要素62との位置関係に基づいて、当該露光領域SEの表面形状の補正に用いられる各面要素62の駆動量を計算によって求めることができる。

【0088】また、上記実施形態では、第1の焦点検出系を用いて、ウエハWの表面形状を全ショット領域について予め計測するようにしたが、これに限定されず、各ショット領域の露光前に当該ショット領域の計測点について逐次計測するようにしてもよい。

【0089】また、上記実施形態では、ステップ・アンド・リピート方式による投影露光装置が適用される場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されるものではなく、レチクルRとウエハWとを相対的に走査させながら露光を行うステップ・アンド・スキャン方式等の投影露光装置にも適用することが可能である。

【0090】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、感光基板表面の被露光領域の表面形状が投影光学系の最良結像面と一致した状態で、高精度な露光を行なうことができる投影露光方法が提供される。

【0091】また、請求項2ないし4に記載の発明によれば、感光基板表面の被露光領域の形状が投影光学系の最良結像面と一致した状態で、高精度な露光を行なうことができるという従来にない優れた投影露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施形態に係る投影露光装置の概略構成を示す図である。

【図2】図1の投影露光装置を構成する投影光学系の最良結像面を検出するTTL方式の第2の焦点検出系の構成を示す図である。

【図3】図1の基準マーク板FMの上面に形成された回折格子マークを示す図である。

【図4】キャリブレーション信号の信号レベル特性を示す図であって、(A)は発光マークがレチクルのハターン面内のクロム部分に逆投影されたときの信号レベルを

示す図、(B)はパターン面内のガラス部分(透明部分)に逆投影されたときの信号レベルを示す図である。

【図5】本実施形態の投影露光装置における焦点位置検出信号FSのキャリブレーション動作を説明するフローチャートである。

【図6】(A)はキャリブレーション信号KSを示す図であり、(B)は焦点位置検出信号FSを示す図である。

【図7】ウエハホルダと露光領域との関係を示す平面図である。

【図8】図7の露光領域部分の拡大図である。

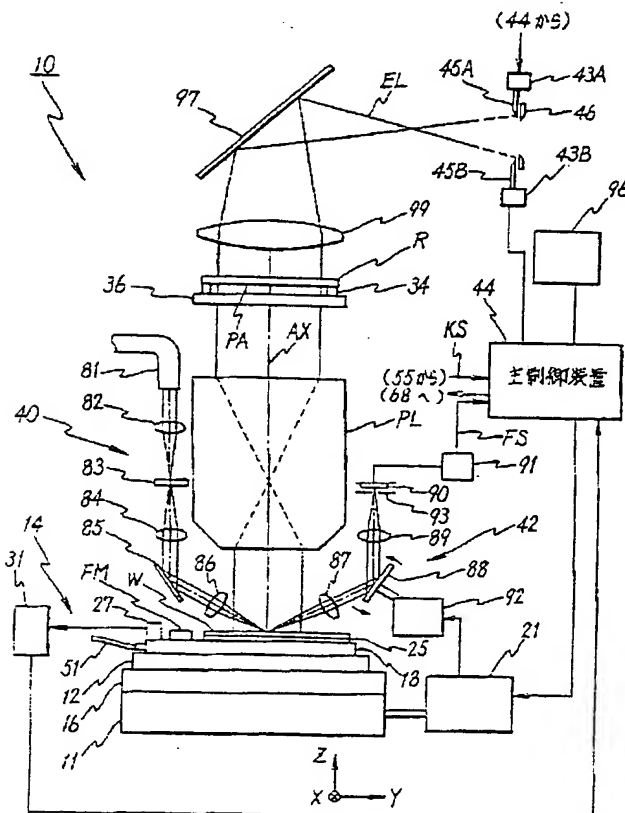
【図9】図8のA-A線概略断面図であり、(A)は補正前のウエハWの状態を示す図であり、(B)は補正後のウエハWの状態を示す図である。

【図10】(A)は、図9の一つの面要素とこの近傍部分の一部破断図であり、(B)は、同図(A)の平面図である。

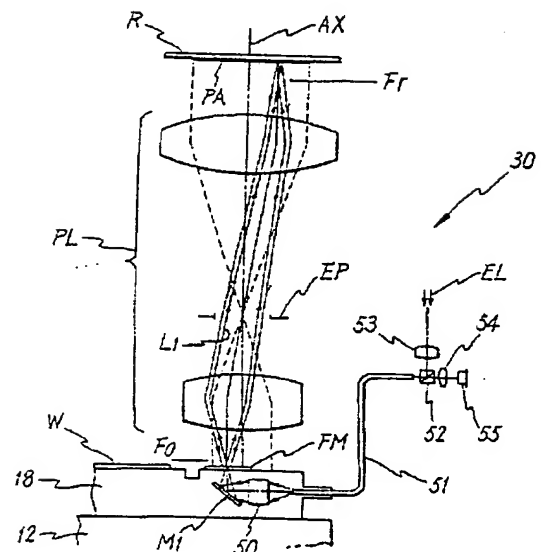
# 【符号の説明】

- 10 投影露光装置
- 18 Xステージ
- 25 ウエハホルダ
- 30 第2の焦点検出系
- 40 照明光学系
- 42 受光光学系
- 44 主制御装置
- 62 面要素
- 68 駆動機構
- EL 露光光
- AX 光軸
- SE 露光領域
- R レチクル
- PL 投影光学系
- W ウエハ

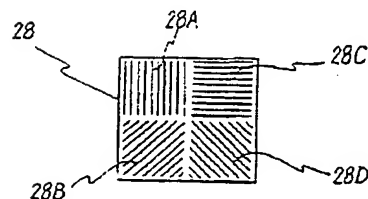
【図1】



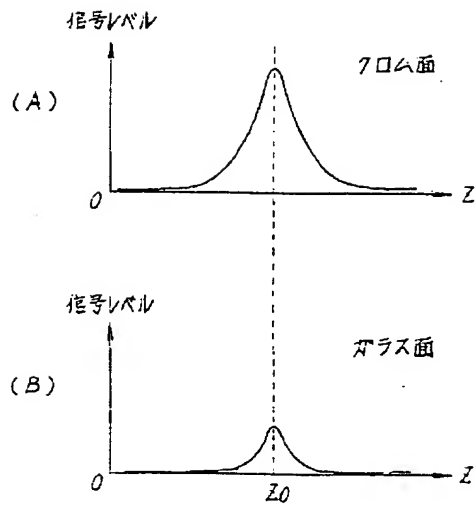
【図2】



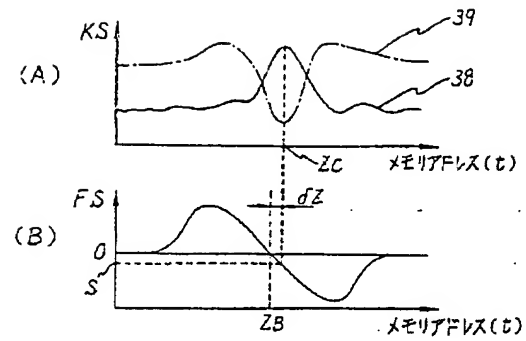
【図3】



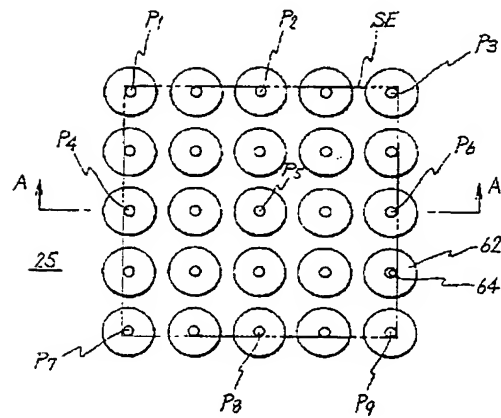
【図4】



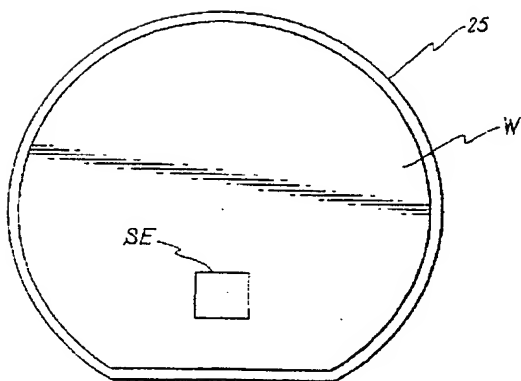
【図6】



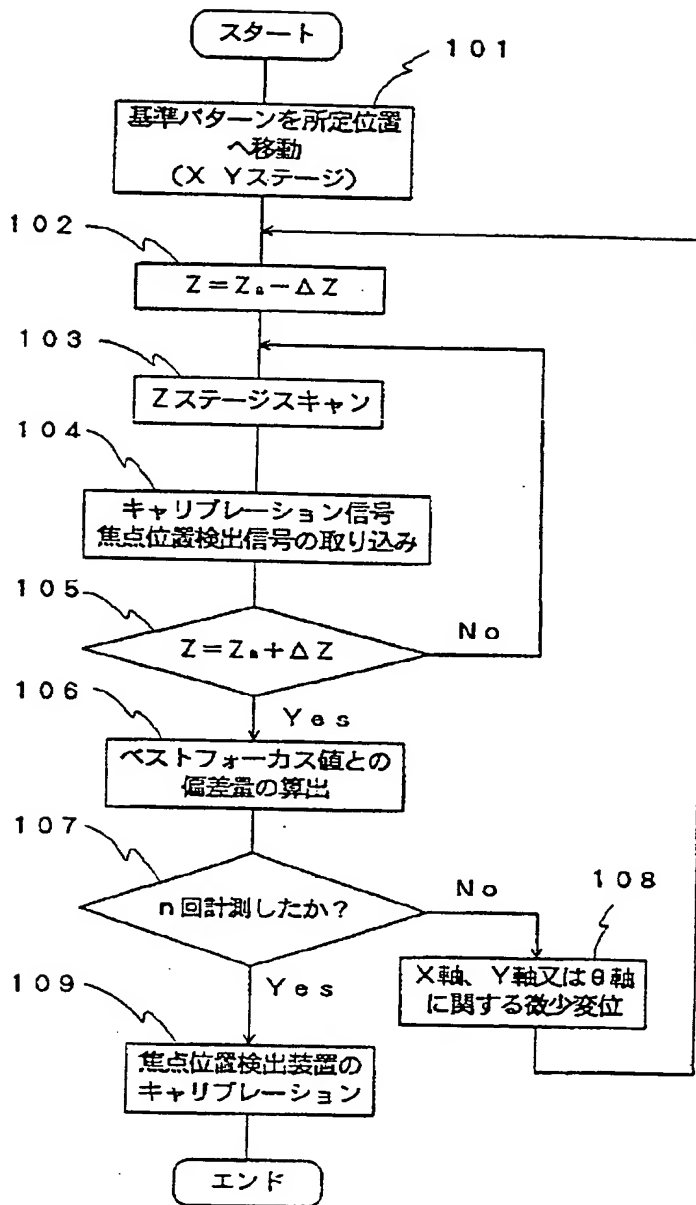
【図8】



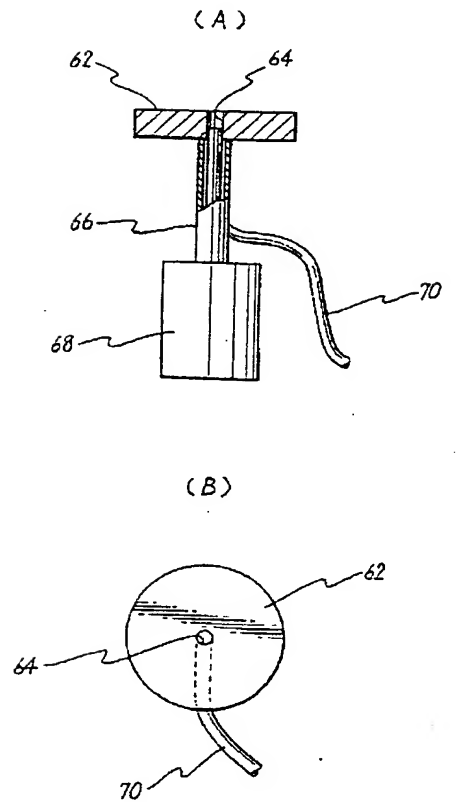
【図7】



【図5】

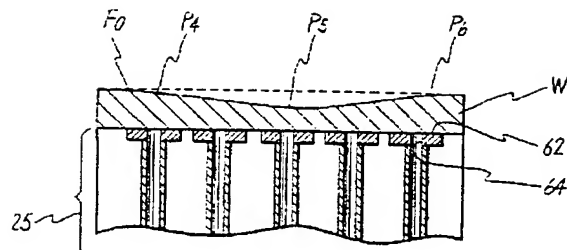


【図10】



【図9】

(A)



(B)

